



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV GEODÉZIE

INSTITUTE OF GEODESY

**ZAMĚŘENÍ PRO TVORBU ÚČELOVÉ MAPY
KE KONTROLE HMMB V LOKALITĚ BRNO UL.
VŠETIČKOVA**

MEASUREMENT AND CREATION OF THE THEMATIC MAP FOR A CHECK IN THE
LOCALITY OF BRNO – VŠETIČKOVA STREET

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

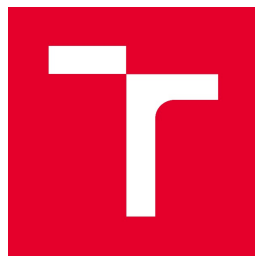
Michaela Pavlíková

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAKUB FORAL

BRNO 2020



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3646 Geodézie a kartografie
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s kombinovanou formou studia
Studijní obor	3646R003 Geodézie, kartografie a geoinformatika
Pracoviště	Ústav geodézie

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Michaela Pavlíková
Název	Zaměření pro tvorbu účelové mapy ke kontrole HMmB v lokalitě Brno ul. Všetičkova
Vedoucí práce	Ing. Jakub Foral
Datum zadání	30. 11. 2019
Datum odevzdání	22. 5. 2020

V Brně dne 30. 11. 2019

doc. Ing. Radovan Machotka, Ph.D.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

1. ČSN 013410, ČSN 013411, ČSN 730415, ČSN 730416.
2. Vyhláška č. 233/2010 Sb. o základním obsahu technické mapy obce
3. Nařízení vlády č. 430/2006 Sb. o stanovení geodetických referenčních systémů a státních mapových děl ...
4. Metodický návod pro tvorbu mapových podkladů k projektování staveb, ČÚZK č.j. 2030/1984-21
5. Vyhláška č. 31/1995 Sb., kterou se provádí zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením.
6. Nevošád, Z. – Vitásek, J. : Geodezie I. Brno: Cerm, 1999. 87 s. ISBN 80-214-1152-X
7. Nevošád, Z. – Vitásek, J. : Geodezie III. Brno: Vutium, 2000. 140 s. ISBN 80-214-1774-9
8. Nevošád, Z. – Vitásek, J. - Bureš, J. : Geodezie IV. Brno: Cerm, 2002. 157 s. ISBN 80-214-2301-3
9. Oficiální stránka Českého úřadu zeměměřického a katastrálního. Dostupná na www.cuzk.cz

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

1. Prostudování jednotlivých přístupů k řešení zadaného problému v literatuře a jejich rozbor pro teoretickou aplikaci v lokalitě.
2. Rekognoskace zájmového území a případně širšího okolí, opatření dostupných grafických a číselných podkladů.
3. Realizace nejvhodnější varianty měřické sítě.
4. Zaměření podrobných prvků ve stanoveném rozsahu a zpracování v grafickém systému MicroStation.
5. Souborné zhodnocení.
6. Požadované výstupy:
 - 6.1. Výkresová dokumentace území - lokalizace území v širších vztazích, dostupné body bodových polí a způsob jejich doplnění.
 - 6.2. Grafický výstup návrhu měřické sítě v lokalitě.
 - 6.3. Kontrolní kresba polohopisu a výškopisu lokality.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).
2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá geodetickým zaměřením a následným vyhotovením účelové mapy ulice Všetičkova v katastrálním území Stránice ve městě Brno. Výsledná mapa splňující kritéria třetí třídy přesnosti je v souřadnicovém systému S-JTSK, ve výškovém systému Bpv a v měřítku 1:500 a může sloužit ke kontrole HMmB.

KLÍČOVÁ SLOVA

Hybridní mapa města Brna, zaměření, účelová mapa, polohopis, výškopis, GNSS, ulice Všetičkova, rekognoskace

ABSTRACT

The bachelor thesis deals with the geodetic survey and subsequent preparation of the special purpose map of Všetičkova Street in the cadastral district of Stránice in the city of Brno.

The resulting map meets the criteria of the third accuracy class. In the S-JTSK coordinate system, in the BPV height system and with the scale of 1:500, it can be used to check the Digital Map of Brno.

KEYWORDS

special purpose map, digital map of Brno, surveying, planimetry, altimetry, GNSS, Všetičkova Street, terrain reconnaissance

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Michaela Pavlíková *Zaměření pro tvorbu účelové mapy ke kontrole HMmB v lokalitě Brno ul. Všetičkova*. Brno, 2020. 46 s., 11 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie. Vedoucí práce Ing. Jakub Foral

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Zaměření pro tvorbu účelové mapy ke kontrole HMmB v lokalitě Brno ul. Všetičkova* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 22. 5. 2020

Michaela Pavlíková
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Zaměření pro tvorbu účelové mapy ke kontrole HMmB v lokalitě Brno ul. Všetičkova* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 22. 5. 2020

Michaela Pavlíková
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala vedoucímu práce panu Ing. Jakubu Foralovi, za podporu, trpělivost, ochotu a mnoho cenných rad. Také bych ráda poděkovala Veronice Přívětivé za pomoc při měřických pracích. Rovněž mé poděkování patří rodičům a mému příteli za podporu a vstřícnost.

OBSAH

1	ÚVOD	10
2	LOKALITA.....	11
2.1	Popis lokality.....	11
2.2	Historie Masarykovy čtvrti	12
2.3	Ulice Všetičkova	13
3	PŘÍPRAVNÉ PRÁCE	14
3.1	Rekognoskace terénu	14
3.1.1	Rekognoskace bodového pole.....	15
3.2	Přístroje	16
3.2.1	Totální stanice Trimble.....	17
3.2.2	GNSS Trimble aparatura.....	18
3.2.3	Nivelační přístroj Trimble	19
4	MĚŘICKÉ PRÁCE	20
4.1	Pomocná měřická síť – budování.....	21
4.1.1	Metoda GNSS	22
4.1.2	Polygonový pořad	24
4.1.3	Nivelace	25
4.2	Podrobné měření.....	26
4.2.1	Geodetické údaje	29
5	KANCELÁŘSKÉ PRÁCE	30
5.1	Export měřených dat.....	30
5.2	Výpočetní práce.....	30
5.2.1	Výpočet nivelačního zápisníku	31
5.2.2	Výpočet podrobných bodů	31
5.2.3	Výpočet bodů měřených metodou GNSS.....	32
5.3	Ověření přesnosti.....	33
5.3.1	Ověření výškové přesnosti	34
5.3.2	Ověření polohové přesnosti.....	34
5.4	Grafické zpracování	36
5.4.1	Účelová mapa.....	36
5.4.2	Další výkresy	37

6	ZÁVĚR.....	38
7	SEZNAM CITACÍ	39
8	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	42
9	SEZNAM OBRÁZKŮ	43
10	SEZNAM TABULEK.....	44
11	SEZNAM PŘÍLOH	45

1 ÚVOD

Cílem této práce je zaměření a grafické zpracování ulice Všetickova, která se nachází v katastrálním území Stránice ve městě Brně. Výsledkem měření je účelová mapa v měřítku 1:500, která vznikla ze zaměření výškopisných a polohopisných prvků jakou jsou silnice, chodníky, ploty a další prvky polohopisu. Účelová mapa může sloužit ke kontrole Hybridní mapy města Brna.

V první části se práce zabývá přípravnými a samotnými pracemi v terénu. Mezi přípravné práce řadíme i seznámení s lokalitou, její polohu a historický kontext. Dále je popsán návrh vhodné měřické sítě, volba metod měření a výběr vhodných přístrojů. Také je uveden postup měření podrobných bodů.

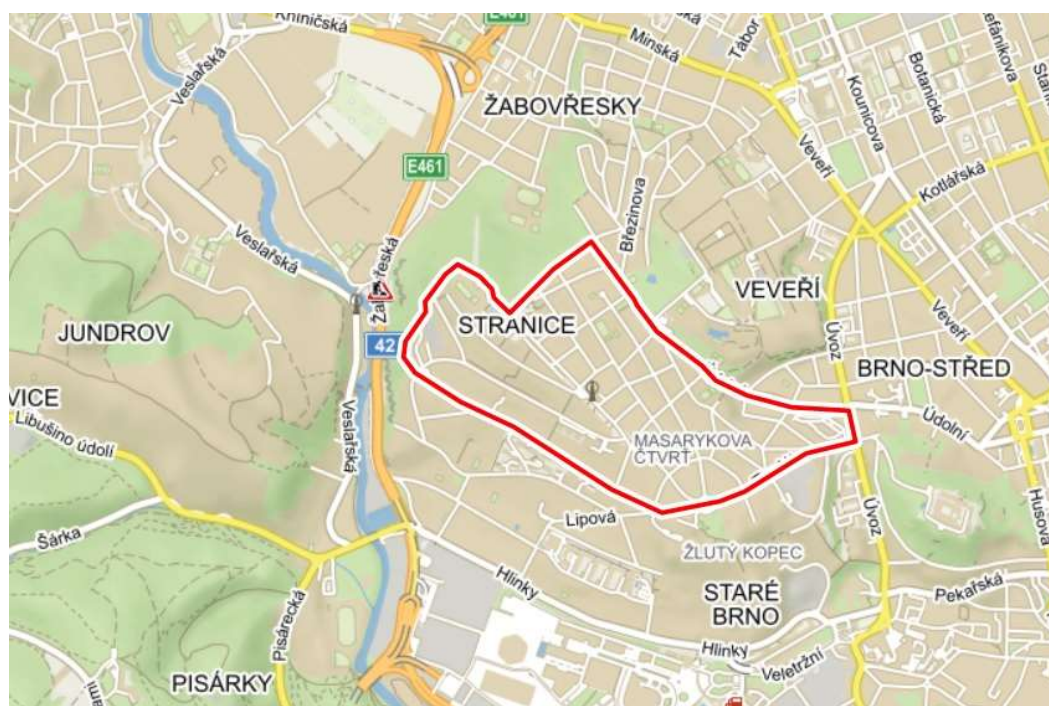
Druhá část se věnuje samostatným kancelářským pracím. Zahrnuje zpracování získaných dat, výpočet souřadnic podrobných bodů, vytvoření účelové mapy v měřítku 1:500 a dalších výkresů. Mapa je vytvořena v závazných referenčních systémech S-JTSK (Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální) a Bpv (Balt po vyrovnaní).

2 LOKALITA

2.1 Popis lokality

Zaměřovaná lokalita se nachází ve městě Brno v katastrálním území Stránice. Katastrální území se nachází západně od centra města. Stránice sousedí s 5 katastrálními územími. Jsou to k.ú. Veverí, k.ú. Žabovřesky, k.ú. Jundrov, k.ú. Pisárky, k.ú. Staré Brno a k.ú. Město Brno.

Oblast, ve které se nachází lokalita se nazývá Masarykova čtvrť. Tato čtvrť sousedí s dalšími známými oblastmi Brna jako je Žlutý kopec, Kraví Hora a nedaleké Pisárky.



Obrázek 1 katastrální území Stránice [15]

2.2 Historie Masarykovy čtvrti

Dnešní Masarykova čtvrť vznikala od konce 19. století na úpatí Kraví hory, svazích Žlutého kopce a na stráních nad Pisárkami. Dříve se zde nacházely pouze pastviny, vinice, zemědělská políčka a několik vojenských budov. V průběhu 18. a 19. století zde vzniklo i několik cihelen, které měly uplatnění díky kvalitnímu podloží a hlínám.

Koncem 19. století nastala výrazná proměna této lokality. Původní holé kopce byly osázeny stromy, zbouraly se vojenské a průmyslové budovy a vznikaly nové obytné domy. Tím se z této čtvrti stávalo zahradní město.

Po první světové válce zde vyrůstaly nové činžovní a rodinné domy. V roce 1925 dostala lokalita název po prvním prezidentovi Československé republiky prof. Dr. Tomáši Garrigue Masarykovi. V těchto letech Masarykovu čtvrť začali masivně obydlovat bohatí lidé například advokáti, politici nebo finanční podnikatelé a tím se výrazně začala rozšiřovat výstavba nových vil [1].

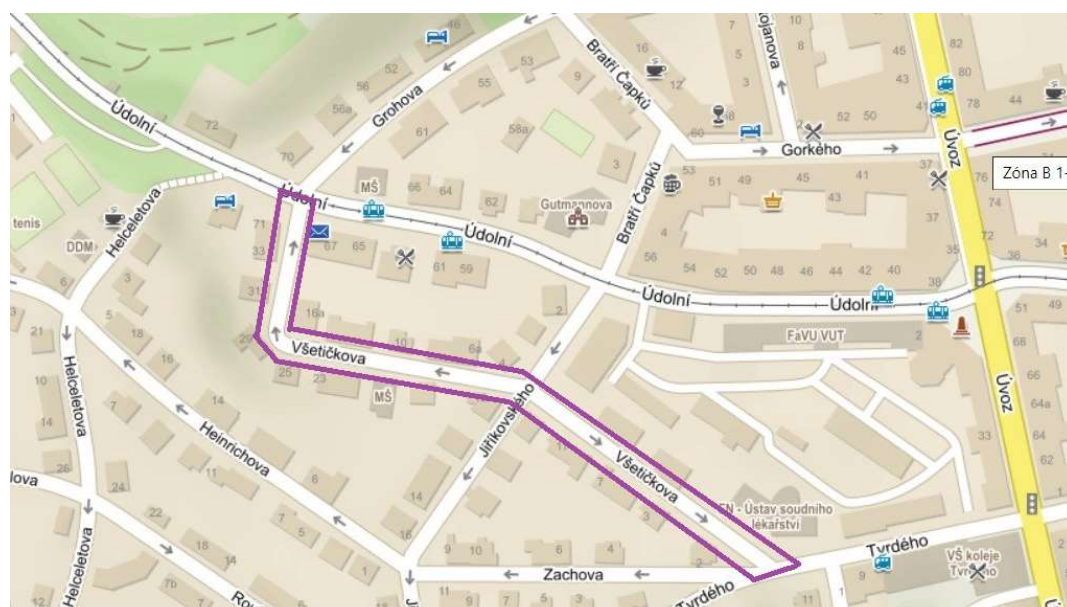
Tato výstavba probíhala od východu k západu, tedy od centra města ven. Vzhledem k poloze ulice Vsetičkova, která leží ve východní části Masarykovy čtvrti, se dá říct, že ji můžeme řadit k nejstarším zastavěným oblastem této části [2].



Obrázek 2 Historická část Masarykovy čtvrti [16]

2.3 Ulice Všetičkova

Ulice Všetičkova se nachází ve východní části k.ú. Stránice. Na západní straně se napojuje na ulici Údolní. Kde se také nachází pobočka České pošty pro část Brno – Stránice. Směrem na východ se ulice rozprostírá mezi secesními a novorenesančními vilami, které vznikaly od 20. století. Ve své polovině se ulice Všetičkova kříží s ulicí Jiříkovského. Na východní straně ulice sousedí s ulicí Tvrdého, kde se nachází Ústav soudního lékařství Masarykovy univerzity, a také s ulicí Zachova [3].



Obrázek 3 Ulice Všetičkova – mapa [17]

3 PŘÍPRAVNÉ PRÁCE

Před začátkem samotného měření probíhaly drobné kancelářské práce, kde bylo pomocí webových stránek Českého úřadu zeměměřického a katastrálního, nalezeny vhodné body polohového i výškového bodového pole, které se vyskytují v zájmové oblasti a jejím okolí. Dále byly vytištěny místopisné údaje daných bodů, které sloužily k rekognoskaci.

3.1 Rekognoskace terénu

Nejprve proběhla rekognoskace území, kde došlo k seznámení s lokalitou, zjištění stavu terénu a rozložení polohopisných prvků. Lokalita se nachází v poměrně klidné části městské zástavby. Je tvořena pouze jednosměrnými ulicemi. Vzhledem k tomu, že v dané lokalitě je umístěna mateřská škola a několik menších firem či advokátních kanceláří, se na okraji vozovky nacházelo nespočet osobních a také nákladních automobilů, což se často jevilo jako zcela nevhodné pro měření. Nejvíce se tento problém projevil při měření polohopisných prvků inženýrských sítí, kdy nebylo možné jejich zaměření. Další nepříznivou podmínkou pro měření byla vysoká zeleň, která se vyskytovala v zahradách vil i v blízkém okolí. Tato situace vedla k problematickému měření zejména rohů budov.



Obrázek 4 Ulice Všetíčkova 1



Obrázek 5 Ulice Všetíčkova 2

3.1.1 Rekognoskace bodového pole

Jak už je výše zmíněno, z webu ČÚZK byly vyhledány údaje o vhodných bodech bodového pole. Pomocí geodetických údajů proběhlo ohledání v terénu vybraných bodů.

Zprvu se jevílo, že umístění bodů na rozích zídek či budov bude vhodné pro použití při orientacích. Při ověření polohy bodu v terénu bylo zjištěno, že některé body se nachází na objektech, ke kterým byl zabráněn nebo zamezen přístup. Dále byly zjištěny nevhodné geodetické údaje z důvodu zateplení domu nebo nevhodné rozložení vzhledem k naší měřické síti. Z předem vybraných deseti bodů byly použity pouze 4. O které body se jedná je podrobněji uvedeno v Tabulce 1 – Podrobné body.

Tabulka 1 - Podrobné body

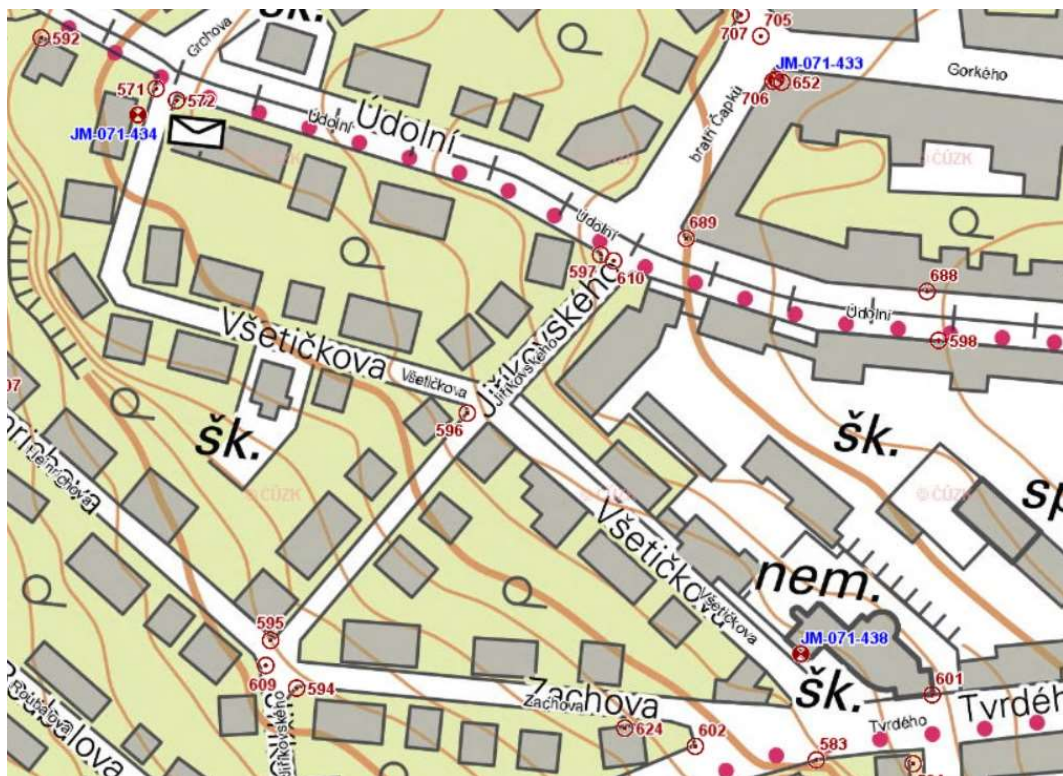
Číslo bodu	Y[m]	X[m]	Stabilizace	Stav	Použití
571	599565,33	1160194,76	Roh zídky	Špatná konfigurace	Ne
572	599557,45	1160199,24	Roh zídky	Špatná konfigurace	Ne
583	599313,54	1160450,58	Roh garáže		Ano
584	599276,68	1160452,00	Roh domu		Ano
585	599153,12	1160433,32	Roh domu	Špatná konfigurace	Ne
596	599446,65	1160318,40	Roh zídky	Špatná konfigurace	Ne
601	599269,38	1160425,70	Roh budovy	Neodp. geo. údajům	Ne
602	599359,73	1160445,35	Roh zídky		Ano
609	599523,49	1160414,57	Roh zídky		Ano
610	599390,87	1160260,38	Měřičský hřeb	Neodp. geo. údajům	Ne
657	599136,73	1160411,78	Roh domu	Špatná konfigurace	Ne

Rekognoskace výškového bodového pole proběhla současně s rekognoskací polohového bodového pole. Pro tuto rekognoskaci byly předem vybrány dva body (uvedeno v Tabulce 2 – Výškové body), které se nacházely na stavebních objektech. Oba dva body byly v terénu nalezeny a poté využity pro měření. Body byly stabilizovány čepovými značkami.

Tabulka 2 - Výškové body

Číslo bodu	Y [m]	X [m]	H [m]	Stabilizace
JM-071-438	599 319,000	1 160 410,000	247,161	čepová
JM-071-434	599 572,000	1 160 205,000	250,280	čepová

Po rekognoskaci bylo stávající polohové bodové pole určeno jako nevyhovující, a proto musela být měřická síť doplněna. Pro doplnění byla vybrána nejvhodnější metoda, která je podrobněji popsána v kapitole 4.1. Měřická síť – budování.



Obrázek 6 Bodové pole [18]

3.2 Přístroje

Pro vybudování pomocné měřické sítě byl použit přístroj GNSS-RTK Trimble. Při měření podrobných bodů se využilo totální stanice Trimble M3-2. Tyto stroje, včetně svého příslušenství byly zapůjčeny z ústavu Geodézie a kartografie VUT FAST v Brně. Nivelační přístroj Trimble DiNi 0.3 a Leica Laserový dálkoměr DISTO x310 včetně svého příslušenství byly zapůjčeny geodetickou firmou Hrdlička s.r.o. Totální stanice Trimble M3-2 (v.č. D036272) byla vybrána pro její bezhranolové měření, které se využilo při měření špatně dostupných prvků nebo při měření budov. Níže v této kapitole jsou přístroje podrobněji popsány.

Dalšími pomůckami, které byly využity v terénu jsou: měřické hřeby pro dočasnou stabilizaci bodů, kladivo, pásma a sprej (barva) pro značení bodů.

3.2.1 Totální stanice Trimble

Totální stanice Trimble M3-2 (v.č. D036272), včetně dřevěného stativu a odrazného hranolu byla použita pro zaměření podrobných bodů. Tento přístroj byl vybrán pro jeho lehké a malé provedení, díky kterému byla snadná manipulace a jednoduché dopravení na lokalitu. Velkou výhodou u tohoto přístroje je dlouhodobá výdrž baterie, která byla přínosem při měření. Samozřejmě nelze opomenout vysoce přesné bezhranolové měření, díky kterému lze zaměřit i méně dostupné body, jak už je výše zmíněno [4].



Obrázek 7 Totální stanice Trimble [19]

Tabulka 3 - Parametry totální stanice [4]

Technické parametry totální stanice Trimble M3-2		
	Hranolový mód	Bezhranolový mód
Střední souřadnicová chyba	$m_s = \pm (2 + 2\text{ppm} \times D)\text{mm}$ (D – měřená vzdálenost v km)	$m_s = \pm (3 + 2\text{ppm} \times D)\text{mm}$ (D – měřená vzdálenost v km)
Dosah dálkoměru	Při dobých podmínkách až 3000 m	Při dobrých podmínkách až 500 m
Přesnost měření úhlu	1", 2"/0,5 mgon (vodorovný/zenitový)	
Zvětšení dalekohledu	30x	

3.2.2 GNSS Trimble aparatura

Pomocí GNSS přijímače – RTK Trimble R4-3 (v.č. 5328440051) byly určeny souřadnice výchozích bodů. K GNSS přijímači je upevněn na teleskopické výtyčce kontrolér Trimble Slate. Při výběru této aparatury hrála významnou roli její lehké provedení a také možné využití i v náročnějším prostředí.



Obrázek 8 GNSS přijímač Trimble [20]

Tabulka 4 - Parametry GNSS přijímače [5]

Technické parametry GNSS přijímače RTK Trimble R4-3	
Metoda měření	RTK (Real time kinematic)
Vertikální přesnost	15 mm + 1 ppm
Horizontální přesnost	8 mm + 1 ppm

3.2.3 Nivelační přístroj Trimble

Pomocí nivelačního přístroje Trimble DiNi 0.3 (v.č. 746876), kódové nivelační teleskopické latě, nivelační podložky a hliníkového stativu byly výškově připojeny body pomocné měřické sítě na stávající výškové body. Tento digitální přístroj má výhodu elektronického čtení z latě, čímž je možné se vyvarovat chybám ze čtení. Další výhodou je především přesnost, která je uváděna jako 0,3 mm na 1 km [6].



Obrázek 9 Nivelační přístroj Trimble [21]



Obrázek 10 Teleskopická nivelační lať [22]

Tabulka 5 -Technické parametry nivelačního přístroje [6]

Technické parametry nivelačního přístroje Trimble DiNi 0.3	
Přesnost (na 1 km)	0,3 mm
Rozsah měření	1,5 – 100 m
Zvětšení dalekohledu	32x

4 MĚŘICKÉ PRÁCE

Měřické práce byly započaty v letech 2017 rekognoskací terénu a vytvořením bodového pole pro pomocnou měřickou síť. Tyto body byly stabilizovány měřickými hřeby a označeny barvou. Dále se navázalo měřením podrobných bodů. Toto měření také probíhalo v roce 2017. Další etapou v roce 2018 následovalo ověření polohy bodů metodou GNSS a vytvoření geodetických údajů bodů pomocné měřické sítě. V této etapě byla připojena pomocná měřická síť přes výškové body.

Měření podrobných bodů probíhalo souběžně se zadáním pro ulici Jiříkovského a Zachova. Tyto ulice kříží, případně téměř sousedí s ulicí Všetíčkova, proto v tomto zadání není navazující číslování bodů.



Obrázek 11 Pohled na ulici Všetíčkova

4.1 Pomocná měřická síť – budování

Pomocí rekognoskace bodového pole byl získán přehled o použitelnosti bodů bodových polí a následně vyhodnocení vhodné varianty pro vybudování bodového pole v daném území.

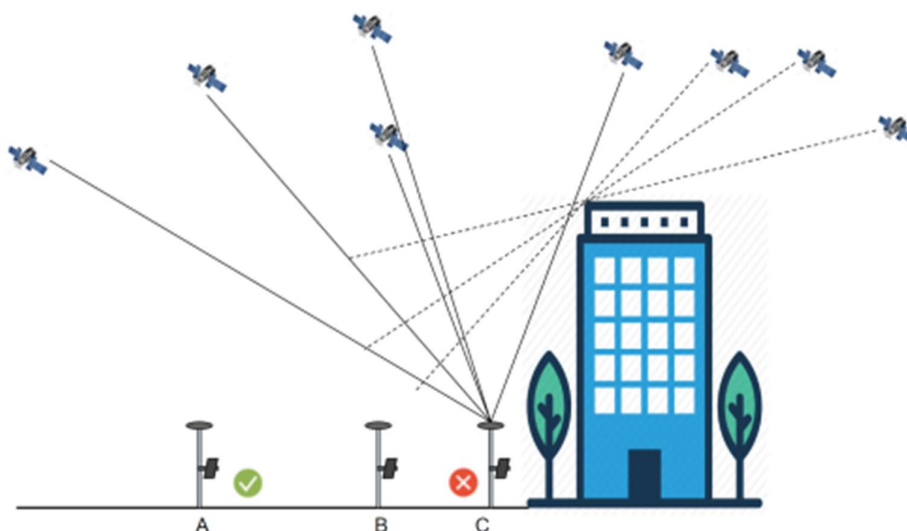
Vzhledem k tomu, že v daném území nebyl dostatek využitelných bodů bodového pole, bylo nutné zhustit měřickou síť. Pro zhuštění bodového pole se rozhodlo mezi metodou GNSS a polygonovým pořadem s rajóny. V následujících kapitolách jsou tyto metody podrobněji popsány.



Obrázek 12 Přehled měřické sítě

4.1.1 Metoda GNSS

Jde o metodu, která umožňuje za pomoci signálů z družic určit polohu na zemském povrchu. Výhody této metody jsou v jednoduchosti měření, rychlosti získání výsledků a měření přímo v JTSK. Jako nevýhody využití GNSS se dá považovat nižší přesnost a špatná konfigurace při měření v zalesněném a zastavěném území [7].



Obrázek 13 Schéma metody GNSS [24]

Pro potřeby této práce bylo využito měření pomocí metody RTK (Real time kinematic), která se vyznačuje zpřesněním navigační polohy o korekci a ta je určena na základnové desce. Tyto korekce jsou určeny pomocí mobilní internetové sítě. U metody RTK se dá uvažovat jako jednou z výhod užití velmi krátké observační doby, kdy se jedná o několik sekund. Kontrolní měření pro metodu GNSS se provádí dvakrát s minimálně hodinovým rozestupem. Tato měření se provádí z důvodu, že v tomto časovém rozestupu dojde ke změně konfigurace družic. Při měření v terénu byl dodržen rozestup hodiny a několik minut. Tím můžeme druhé měření považovat za nezávislé, tedy kontrolní. Výsledné souřadnice se určují z průměru dvou nezávislých měření [8].

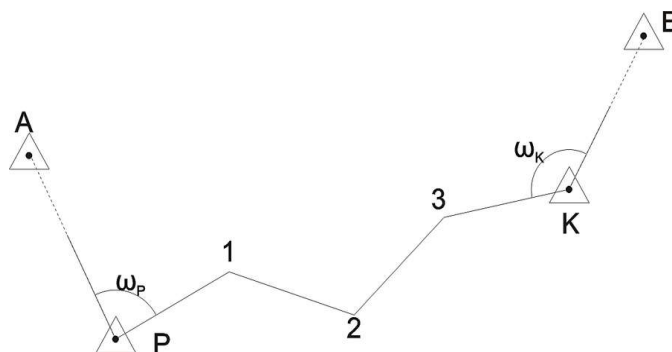
Touto metodou bylo určeno celkem 12 bodů, které jsou rozmístěny rovnoměrně po lokalitě a především tak, aby bylo vidět z bodu na bod. Body byly stabilizovány měřickými hřeby a označeny barvou pro lepší viditelnost. Stabilizace měřickými hřeby byla zvolena, z důvodu, že celé území je pokryto asfaltem nebo dlažbou. Měřická síť byla tvořena společně se sousedními ulicemi Jiříkovského a Zachova, které se týkají jiného zadání. V níže přiloženém obrázku můžete vidět rozmístění bodů, které bylo vytvořeno pomocí metody GNSS.



Obrázek 14 Rozložení bodů určené GNSS [23]

4.1.2 Polygonový pořad

K určování souřadnic bodů mohou být použity polygonové pořady. Definice polygonového pořadu je vyjádřena jako průmět prostorové lomené čáry do roviny, kdy polygonovými body jsou vrcholy a spojnice polygonových bodů se nazývají polygonové strany. Měří se osnovy směrů na polygonových bodech, ze kterých se určí vrcholové úhly a poloha polygonových bodů. Délky stran se měří dvakrát – tam a zpět. Tato metoda je vhodná, v případě že jsou dostupné body geodetického základu. Tyto body jsou použity pro orientaci koncových bodů pořadů. Komplex polygonových pořadů tvoří polygonovou síť [9], [10].



Obrázek 15 Schéma navrhnutého polygonového pořadu [25]

Polygonový pořad má několik zásad, které je nutné dodržovat. Například je nutné dodržovat maximální poměr délek sousedních stran a to 1:3, mezní úhlovou odchylku a mezní odchylku pomocného polygonového pořadu.

Vzhledem ke všem informacím byl navrhnut oboustranně orientovaný a oboustranně připojený polygonový pořad. Tento pořad by začínal na bodě 4004 a končil na bodě 4010. Orientace na body PPBP by byly na začátku a na konci polygonového pořadu. Avšak tyto orientace nebyly vhodné, vzhledem k udržitelnosti bodů a podstatné neúplnosti, která byla zjištěna při rekognoskaci. Z těchto důvodů by bylo nutné použít body ve větší vzdálenosti od lokality, aby byla měřičská síť připojena do S-JTSK. Toto řešení se jevilo jako velmi časově náročné a neefektivní. Z těchto důvodů byla tato metoda zavrhnuta a nahrazena metodou GNSS. Na přiloženém obrázku č. 16 je vyobrazen navrhnutý oboustranně připojený a oboustranně orientovaný polygonový pořad.



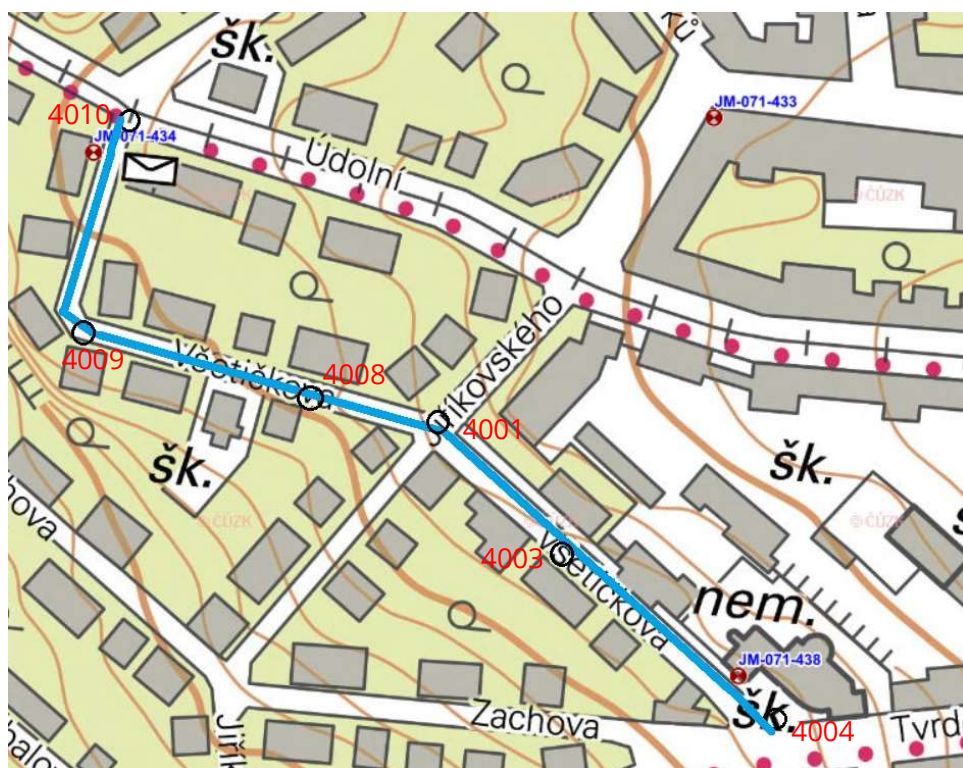
Obrázek 16 Návrh polygonového pořadu [23]

4.1.3 Nivelace

Pro připojení do výškového systému Balt po vyrovnaní byla zvolena metoda geometrické nivelace ze středu. Tato metoda se jeví jako nejeфекtivnější a nejvýhodnější. Geometrická nivelace ze středu je nejpoužívanější metoda výškového měření, kterou jsou určeny body České jednotné nivelační sítě.

Při měření touto metodou je nivelační přístroj postaven mezi body A a B. V našem případě mezi body JM-071-438 a JM-071-434. Pokud jsou tyto body velmi vzdálené od sebe, jako v dané lokalitě, je nutné rozdělit je na více kratších úseků. Tyto úseky jsou nazývány nivelační sestavy. V nivelační sestavě je přístroj postaven přibližně doprostřed mezi přestavové body. Tyto sestavy jsou vkládány, tak dlouho, dokud se nedojde na požadovaný bod.

V této práci byl použit nivelační pořad vložený, kdy měření začíná i končí na známých bodech. Dále může být nivelační pořad volný – začíná na známém bodě a končí na určovaném bodě, další variantou je nivelační pořad uzavřený – začíná i končí na stejném bodě. Také může tvořit nivelační síť, kdy zahrnuje nejméně dva známé body [11].



Obrázek 17 Nivelační pořad

Podle nutné přesnosti měření je geometrická nivelace dělena na technickou, přesnou, velmi přesnou a zvláště přesnou nivelaci. Při řešení tohoto měření stačila technická. Kritériem pro toto měření je mezní odchylka mezi daným a měřeným převýšením, která je určována ze vzorce $\Delta_{max} = 40 \cdot \sqrt{L} [mm]$, kdy L je délka nivelačního pořadu v kilometrech. Při zvýšené přesnosti se používá vzorec $\Delta_{max} = 20 \cdot \sqrt{L} [mm]$. Výsledná odchylka se rovnoměrně rozděljuje výhradně mezi záměry vzad. Když je převýšení měřeno dvakrát uvádí se odchylka $\Delta_{max} = 0,67 \cdot 40 \cdot \sqrt{L} [mm]$, i zde se při zvýšené přesnosti používá jiný vzorec $\Delta_{max} = 0,67 \cdot 20 \cdot \sqrt{L} [mm]$. Nivelační zápisník je obsažen v příloze 1.1.1. Nivelacni_zapisnik.pdf [12].

4.2 Podrobné měření

V krátkém časovém rozestupu po budování měřické sítě probíhalo podrobné měření, kdy bylo cílem co nejlépe zaměřit prvky polohopisu, výškopisu a dodržet zásady předpisů a norem ČSN 01 3410 – Mapy velkých měřítek – Základní a účelové mapy. Toto měření probíhalo tachymetrickou metodou pomocí totální stanice Trimble M3-2.

Měřením polárních souřadnic tedy vodorovných úhlů, svislých úhlů a šikmých délek byla získána poloha a výška bodu. Byly měřeny viditelné prvky polohopisu a výškopisu – rozhraní ploch, povrchů, chodníků, plotů, vstupy, prvky inženýrských sítí, budovy a zeleň. Křivkové prvky se zaměřovaly tak, aby nedošlo k odchýlení spojnice bodů od skutečnosti o více než 10 cm. Měření probíhalo

v měřítku mapy 1:500. Body byly číslovány postupně od čísla 88 vzhledem ke křížení číselné řady s jiným zadáním.

Při měření nebyl použit pouze hranolový mód, ale vzhledem k vilové oblasti bylo potřebné zaměřit také rohy budov bezhranolově. Kvůli občasnému výskytu překážek ve výhledu nebyly možné rohy budov zaměřit bezhranolově. Proto bylo nutné použít ortogonální metodu a v kanceláři tyto body dokonstruovat. Body jsou uvedeny bez výšek a jsou doplněny v textovém souboru 3.2.SS_budov.

Při měření byla využita možnost registrace kódů do paměti přístroje. Zároveň byly vedeny měřické náčrty, které sloužily k následné kontrole. Níže je uvedena tabulka použitých kódů a následuje ukázka měřického náčrtu.

Tabulka 6 - Přehled použitých kódů

Kód	Měřený prvek	Kód	Měřený prvek
BR	Branka	PS	Šoupě plynovodní
BZ	Budova zděná	SACH	Kanalizační šachta
DZ	Dopravní značka	SI	Silnice
EL	Rozvodná skříň	SCH	Schody
HYD	Hydrant podzemní	SL	Sloup
CH	Chodník	SS	Střed silnice
ID	Identický bod	STN	Stanovisko
KER	Keř	STR	Strom
LAM	Lampa	VPS	Vpust
OBZV	Zvýšený obrubník	VS	Šoupě vodovodní
OR	Orientace	VSS	Vstupní šachta
PL	Drátěný plot	ZI	Plot živý
POD	Podezdívka	X	Oddělovač kódů

4.2.1 Geodetické údaje

Na všech stanoviscích byly vytvořeny geodetické údaje. Vytvořením těchto údajů jde o co nejlepší vyobrazení terénu a přesné určení bodů pomocné měřické sítě. Díky těmto údajům jde o co nejjednodušší nalezení bodu v terénu.

Všechny vytvořené body se nachází především na okraji chodníků. Úskalím hledání bodů může být vzniklá překážka, v tomto případě zaparkované auto, případná přestavba chodníků či zničení lidským faktorem.

Na obrázku 18 je vyobrazen geodetický údaj bodu číslo 4009 pomocné měřické sítě. Další údaje jsou přílohou 4.1. Geodetické údaje.

Bod 4009	Bod zřídil (jméno): Michaela Pavlíková	Y	599583,70	SM5 Brno 9-0
Kód kv.: 3	Platnost od: 18.11.2018	X	1160269,73	
Popis, způsob stabilizace a určení bodu		Nadm. výška (Bpv)	250,91	<div>Místopisný náčrt</div>
Bod se nachází v dlažbě chodníku před domem č.p.890 na ulici Všetičkova. Bod je stabilizován měřickým hřebem. Určen metodou GNSS.		Nárys nebo detail		
Poznámka:				

Obrázek 19 Ukázka geodetického údaje bodu 4009

5 KANCELÁŘSKÉ PRÁCE

Po úspěšných pracích v terénu následovaly výpočetní práce. Ze získaných dat byly postupně vytvořeny vhodné výstupy. Do těchto úkonů byl zahrnut export dat, výpočty naměřených hodnot a testování přesnosti. Hlavním úkonem byla tvorba účelové mapy v měřítku 1:500. Tyto postupy jsou dále popsány v následujících kapitolách.

5.1 Export měřených dat

Během měření byla data ukládána do paměti přístroje, proto bylo nutné data stáhnout do počítače, kde došlo k jejich následnému zpracování. Jedná se o data z měření GNSS, totální stanice a nivelačního přístroje.

Z aparatury GNSS byly staženy dva soubory – protokol z měření a protokol z průměrů měření. Oba tyto soubory jsou k dispozici v příloze 2.Vypocetni_protokoly.

Dalším stažený souborem byl zápisník měření z totální stanice. Při tomto stahování nebyly zavedeny žádné korekce. Fyzikální korekce se zavedly ihned na stanoviscích, kde přímo docházelo k zavedení oprav do měřených délek a matematické korekce se zavedly při samotném výpočtu v software Groma.

Posledním exportovaným souborem byla data z nivelačního přístroje, která se importovala do souboru *.xlsx, v němž byly provedeny následné výpočty. V příloze 1.1.Nivelacni_pristroj je k dispozici tento zápisník.

5.2 Výpočetní práce

V následujících podkapitolách jsou podrobněji popsány výpočetní práce. Jedná se o výpočty nivelačního zápisníku a pomocné měřičské sítě, ve které byla zahrnuta i metoda GNSS.

5.2.1 Výpočet nivelačního zápisníku

Do nivelace byly zahrnuty body pomocné měřické sítě, které byly určeny pomocí metodou GNSS a zároveň použity jako stanoviště. Do nivelačního pořadu nebyly zahrnuty orientace. Následný výpočet zápisníku proběhl v tabulkovém software Microsoft Excel.

V tabulce č. 7 je vyobrazeno porovnání výšek z metody GNSS a nivelace. Výšky určené metodou GNSS nebyly dále uvažovány a použily se výšky určené nivelací z důvodu její vyšší přesnosti.

Tabulka 7 - Rozdíl určení výšek pomocných měřických bodů

Číslo bodu	Výška z GNSS [m n m.]	Výška z nivelace [m n m.]	Rozdíl [m]
4001	245,500	245,538	0,038
4003	246,230	246,239	0,009
4004	246,860	246,846	-0,014
4008	249,500	249,505	0,005
4009	250,910	250,896	-0,014
4010	248,250	248,280	0,030

5.2.2 Výpočet podrobných bodů

Výpočet souřadnic a výšek podrobných bodů byl proveden pomocí software Groma v.12.1. Tento software je jeden z geodetických programů, který je využíván k výpočetním úkonům. Jedná se o komplexní zpracování od surových dat až po výsledné seznamy souřadnic, výpočetní protokoly a kontrolní kresby [13].

Před samotným výpočtem proběhlo správné nastavení parametrů. Jednalo se o použití typu délky, úhlových jednotek, počet desetinných míst u vstupních a výstupních hodnot, mezní odchylky a další. Matematické korekce byly zavedeny pomocí funkce Křovák, kde byla nastavena redukce délek do nulového horizontu a také byl zaveden koeficient pro převod délek do Křovákova zobrazení. Tyto korekce jsou zavedeny při výpočtu v případě, že nejsou použity při přenosu měřených dat.

Pomocí funkce polární metoda dávkou byl proveden výpočet souřadnic podrobných bodů. K tomuto úkonu byl použit zápisník měřených dat a seznam souřadnic známých bodů pomocné měřické sítě. V zápisníku byly ponechány jednoznačně identifikovatelné body, které následně sloužily k ověření přesnosti.

Funkcí konstrukční oměrné, proběhl výpočet bodů budov, které nebylo možné zaměřit v terénu totální stanicí. Tyto body byly vypočteny pomocí oměrných délek z terénu. Body byly zakresleny do katastrální mapy. Výsledný seznam podrobných bodů je v příloze 3.1.SS_podrobne_body.

GROMA v. 12.2

Soubor | Database | Editace | Měření | Výpočty | Nástroje | Okno | nápověda

Konfigurace: Groma.ini | Předělat: | Kód kvality: | Měřtko: 0.999900700784 | Najdi bod: | Výšky: | Protokolovat souř: | Aktivní souř: | Přímání

Číslo	Y	X	Z	Typ	Kv	Popis
0000000000000008	599 425 290	1 160 299 379	244 382	HYD		
0000000000000009	599 431 659	1 160 301 724	244 970	CH		
0000000000000010	599 431 761	1 160 301 707	245 196	BRSDCHD		
0000000000000017	599 432 711	1 160 302 822	245 043	CH		
0000000000000108	599 432 807	1 160 302 714	245 202	BRDCH		
0000000000000109	599 433 135	1 160 303 374	245 107	EL		
0000000000000110	599 434 128	1 160 304 445	245 172	EL		
0000000000000111	599 435 475	1 160 306 959	245 622	CH		
0000000000000112	599 435 576	1 160 306 325	244 956	CH		

Číslo	Hx	Z	Vod.délka	dH	Signál	Popis
0000000000000559	351 5083	100 3169	37 346		1.500	CH
0000000000000560	351 6747	100 3572	36 494		1.500	CH
0000000000000561	347 8317	100 0839	33 282		1.500	STR
0000000000000562	348 0900	99 9277	26 202		1.500	STR
0000000000000563	346 6346	100 2948	21 526		1.500	STR
0000000000000564	346 4757	100 2249	16 366		1.500	STR
0000000000000565	343 5876	99 8001	6 263		1.500	STR
610330000014004					1.480	STK
610330000010583	231 5879	98 3352	22 440		0.000	OR
610330000010602	284 0522	96 4140	58 762		0.000	OR
610330000014003	340 7482	99 9655	83 340		2.160	OR
0000000000000586	333 2212	99 9570	45 313		1.600	CH
0000000000000587	335 1758	100 0006	45 161		1.700	CH
0000000000000588	340 1333	100 1430	44 921		1.700	OBZV
0000000000000589	342 2171	100 2382	44 644		1.700	SS
0000000000000578	345 1343	100 3524	44 662		1.700	CH
0000000000000571	347 1244	100 1169	44 693		1.700	CH
0000000000000572	345 9536	100 2389	54 522		1.700	LAM
0000000000000573	316 0755	98 1760	18 238		1.700	CHOBZV
0000000000000574	331 5857	99 0549	20 300		1.700	OBZV
0000000000000575	310 9151	97 5500	18 470		1.700	CH
0000000000000576	317 6039	98 2593	18 655		1.700	DZNAČKA
0000000000000577	309 0899	97 1840	17 715		1.700	CHRLZ
0000000000000578	298 5591	96 8993	18 871		1.700	CHRLZ
0000000000000579	300 2392	96 1283	18 655		1.700	EL
0000000000000580	302 6552	96 3380	18 359		1.700	EL
0000000000000581	313 0291	97 8760	18 941		1.700	CH
0000000000000582	309 8707	97 5960	15 860		1.700	CH
0000000000000585	305 0061	97 1735	15 210		1.700	CH
0000000000000586	300 6910	96 6853	15 098		1.700	CH
0000000000000587	296 1647	96 3259	15 454		1.700	CH
0000000000000588	293 1165	96 1286	16 804		1.700	CH
0000000000000589	293 0896	95 8528	20 797		1.700	CH
0000000000000590	292 0882	95 9171	18 838		1.700	VPS
0000000000000591	311 7953	97 7462	14 103		1.700	HYD
0000000000000592	333 6290	99 2353	22 456		1.700	SACH

Obrázek 20 Ukázka výpočtu v software Groma

5.2.3 Výpočet bodů měřených metodou GNSS

V exportovaném protokolu proběhlo porovnání rozdílů prvního a druhého měření. Tato měření se liší v řádech od 1 milimetru po 50 mm v poloze a ve výšce je toto rozmezí do 70 mm. Detailní rozdíly prvního a druhého měření jsou uvedeny v příloze 2.2.Protokol_GNSS. V tabulce 8 jsou zprůměrované výsledné souřadnice s výškou, která je určena technickou nivelací.

Souřadnice bylo potřebné ještě převést do souřadnicového systému S-JTSK. Tento úkon byl proveden pomocí transformačního modulu Trimble 2013 verze 1.0, protože naměřené souřadnice pomocné měřické sítě byly určeny v souřadnicovém systému ETRS-89.

Tabulka 8 - Zprůměrované souřadnice GNSS

Číslo bodu	Y [m]	X [m]	H [m]
4001	599437.850	1160310.150	245.538
4002	599399.090	1160278.940	242.380
4003	599369.610	1160380.990	246.239
4004	599302.820	1160430.810	246.846
4005	599464.410	1160352.550	249.810
4006	599525.390	1160412.420	258.360
4008	599505.060	1160297.420	249.505
4009	599583.700	1160269.730	250.896
4010	599558.270	1160197.570	248.280
4011	599667.160	1160109.470	259.240
4012	599440.960	1160429.670	254.730
4013	599391.610	1160427.650	251.990
4014	599351.040	1160440.750	250.410
4015	599514.230	1160453.240	260.670
4016	599505.750	1160529.410	265.490
4017	599393.230	1160462.600	254.450

5.3 Ověření přesnosti

Jednoznačně identifikovatelné body, na kterých byla ověřována dosažená přesnost, byly zaměřeny během měření podrobných bodů. Na každém stanovisku byl pro kontrolu zaměřen alespoň jeden jednoznačně identifikovatelný bod. Jednoznačně identifikovatelný bod je podrobný bod, který je nezávisle určen ze dvou a více stanovisek. Za jednoznačně identifikovatelné body byly zvoleny šoupata, hydranty a šachty. Tyto body se dále použily pro ověření přesnosti souřadnic a výšek.

Jednoznačně identifikovatelné body jsou součástí zápisníku podrobných bodů v příloze 1.1.1. Zapisnik_podrobne_body. Výpočetní protokol je součástí přílohy 2.2.1. Protokol_podr_body.

Kritéria pro třetí třídu přesnosti jsou daná mezní souřadnicovou chybou $u_{xy} = 0,14$ m a mezní výškovou chybou $u_H = 0,12$ m.

Výsledky pro jednotlivé ověření jsou uvedeny v následujících kapitolách 5.3.1 a 5.3.2

5.3.1 Ověření výškové přesnosti

V následující tabulce jsou uvedeny rozdíly výšek podrobných bodů určených ze dvou různých stanovisek.

Tabulka 9 - Ověření přesnosti výšek bodů

Číslo bodu	H_m [m n. m.]	H_k [m n. m.]	ΔH_{m-k} [m]
88	244,400	244,340	0,060
162	245,491	245,524	0,033
159	245,495	245,511	-0,017
196	245,688	245,684	0,004
274	247,184	247,178	0,007
276	247,527	247,489	0,038
530	246,169	246,130	0,039
590	247,836	247,820	0,016
784	249,775	249,775	-0,000
785	249,777	249,788	0,011
933	250,466	250,527	-0,61
999	249,182	249,266	-0,083

Pokud jsou splněna kritéria přesnosti $|\Delta H_{m-k}| \leq 2 \cdot u_H \cdot \sqrt{2}$ a $S_H \leq w_N \cdot u_H$ kdy H_m je výška určená prvním měřením, H_k výška určená kontrolním měřením, ΔH_{m-k} je rozdíl výšek H_m a H_k , u_H je kritérium přesnosti pro určení výšek, S_H se značí střední výběrová chyba výšky a w_N je koeficient určený vzhledem k počtu kontrolovaných bodů, můžeme považovat přesnost určení výšek za vyhovující.

Tabulka 10 - Výsledky ověření přesnosti výšek podrobných bodů

Kritérium	Mezní hodnota	Výsledek
$ \Delta H_{m-k} \leq 2 \cdot u_H \cdot \sqrt{2}$	0,34	Vyhovuje
$S_H \leq w_N \cdot u_H$	0,13	Vyhovuje
Střední výběrová chyba výšky	0,03	Vyhovuje

5.3.2 Ověření polohové přesnosti

V následující tabulce č. 11 jsou uvedeny polohové rozdíly podrobných bodů určených ze dvou odlišných stanovisek.

Tabulka 11 - Ověření polohové přesnosti bodů

Č. b.	Y_m [m]	X_m [m]	Y_k [m]	X_k [m]	ΔY_{m-k} [m]	ΔX_{m-k} [m]	$ \Delta p $ [m]
88	599425,340	1160299,370	599425,290	1160299,380	0,050	-0,000	0,052
162	599437,851	1160312,612	599437,885	1160312,640	-0,035	-0,027	0,044
159	599438,304	1160312,235	599438,315	1160312,198	-0,011	0,038	0,039
196	599422,110	1160333,297	599422,184	1160333,305	-0,074	-0,007	0,074
274	599468,429	1160304,609	599468,475	1160304,585	-0,046	0,024	0,052
276	599474,941	1160300,760	599474,943	1160300,747	-0,002	0,013	0,014
530	599351,163	1160388,792	599351,138	1160388,839	0,026	-0,047	0,053
590	599321,514	1160433,134	599321,510	1160433,119	0,004	0,014	0,015
784	599528,043	1160285,719	599528,053	1160285,735	0,010	-0,015	0,018
785	599528,698	1160285,262	599528,675	1160285,262	0,022	-0,000	0,022
933	599579,598	1160263,526	599579,601	1160263,560	-0,003	-0,034	0,034
999	599568,559	1160229,232	599568,545	1160229,204	0,014	0,028	0,031

Splněním následujících kritérií může být považována přesnost polohy podrobných bodů jako vyhovující. $|\Delta p| \leq 1,7 \cdot u_{XY}$ a $S_{XY} \leq w_{2N} \cdot u_{XY}$, kdy Y_m, X_m jsou polohové souřadnice určené prvním měřením, Y_k, X_k jsou souřadnice určené kontrolním měřením, rozdíl souřadnic Y_m, Y_k a X_m, X_k se značí $\Delta Y_{m-k}, \Delta X_{m-k}$, $|\Delta p|$ je označení pro polohovou odchylku, s_{XY} výběrová střední souřadnicová chyba, u_{XY} je kritérium pro určení souřadnic a w_{2N} je koeficient určený vzhledem k počtu kontrolovaných bodů.

Tabulka 12 - Výsledky ověření polohy podrobných bodů

Kritérium		Mezní hodnota		Výsledek
$ \Delta p \leq 1,7 \cdot u_{XY}$		0,24		Vyhovuje
$S_{XY} \leq w_{2N} \cdot u_{XY}$		0,15		Vyhovuje
Střední souřadnicová výběrová chyba	s_y [m]	s_x [m]	s_{xy} [m]	Vyhovuje
	0,02	0,02	0,02	

5.4 Grafické zpracování

Konečnou fází všech naměřených dat je zpracování, tedy vytvoření účelové mapy. Tato mapa byla vytvořena pomocí software Microstation V8i. Pro vytvoření kladu mapových listů byla použita nadstavba MGEO. Tyto programy byly použity i pro další grafické výstupy.

5.4.1 Účelová mapa

Mapa je zmenšený generalizovaný obraz Země, kosmu, kosmických těles nebo jejich částí převedený do roviny pomocí matematicky definovaných vztahů, tedy kartografickým zobrazením.

Mapy můžeme dělit podle obsahu na tematické a účelové. Mapy účelové jsou mapy velkých měřítek, které obsahují kromě prvků základních map další předměty šetření a měření podle stanoveného účelu. Tyto mapy je možné využít pro projektové, evidenční, plánovací a další účely [14].

Výsledná mapa této práce může sloužit pro porovnání s HMmB, proto ji tedy můžeme zařadit mezi účelové mapy.

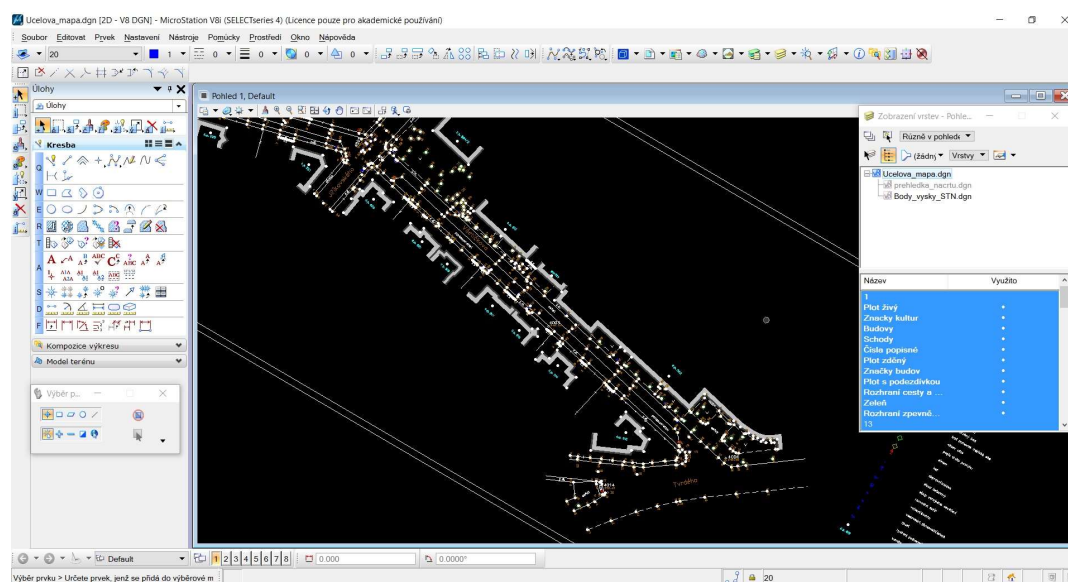
5.4.1.1 Tvorba účelové mapy

Před samotným vykreslením mapy, byly nejdříve v programu Microstation V8i pomocí aplikace MDL a nadstavby Groma vyneseny body do samostatného výkresu. Následně byly tyto body připojeny referenčně do nového výkresu a následovalo samotné vykreslení všech prvků geodetického zaměření, které proběhlo pomocí náčrtů z terénu a kódů. Po nakreslení liniových prvků následovalo doplnění popisů ploch, místního názvosloví a čísel popisných. Celé vykreslení čar a buněk bylo uskutečněno pomocí knihovny buněk a čar. Knihovny

byly vytvořeny výhradně pro tuto práci. Datové soubory jsou v příloze 9_Datove_soubory.

Pro zpřehlednění je výškopis znázorněn kótami a zredukován na metry. Samotné kóty jsou v místech s hustým výskytem polohopisu promazány případně pootočený či posunuty pro jejich čitelnost. Výšky byly nainportovány na dvě desetinná místa.

Následně byl výkres doplněn legendou mapových značek a čar, popisovou tabulkou a orientací k severu. Pomocí programu MGEO byl výkres doplněn kladem mapových listů určené lokality a křížky hektometrické sítě v měřítku 1:500.



Obrázek 21 Ukázka tvorby účelové mapy

5.4.2 Další výkresy

K přehlednosti bodů byl vytvořen přehledný náčrt měřické sítě. Z něj je patrné vybudování této sítě. Náčrt je přílohou této práce pod názvem 7.1.Nacrt_PMS.

Dále byl vyhotoven výkres s rozložením kladu náčrtů. Tento výkres slouží k přehlednému rozložení náčrtů z terénu. Výkres je přílohou 5.1.Prehled_kladu_nacrtu.

6 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo vytvoření účelové mapy v lokalitě ulice Všetíčkova, která může sloužit ke kontrole Hybridní mapy města Brna. Jedná se o mapu v měřítku 1:500, která splňuje kritéria 3. třídy přesnosti.

V první části je zpracována základní historie a poloha ulice Všetíčkova. Do této části, byly zahrnuty i přípravné práce. Tyto práce se týkaly získáním potřebných podkladů z portálu ČÚZK, rekognoskací terénu a ověření bodového pole.

V druhé části práce proběhlo vytvoření pomocné měřické sítě. Body pomocné sítě byly zaměřeny metodou GNSS a na transformovány do S-JTSK. Dále proběhlo transformování pomocí výškového bodového pole připojeného do systému Bpv. Z bodů pomocné měřické sítě byly zaměřeny podrobné body. Zaměřovaly se polohopisné a výškopisné prvky, které sloužily pro tvorbu účelové mapy. Při měření budov byl použit bezhranový mód. V některých případech měření budov bylo nutné využít ortogonální metody, kvůli špatné viditelnosti rohů budov.

Třetí fází práce bylo zpracování dat. Pomocí softwaru Groma v.12.1 proběhl výpočet podrobných bodů. Následovalo ověření přesnosti podrobných bodů, kde výběrová směrodatná souřadnicová odchylka činila 0,02 m a výšková odchylka 0,03 m. Čímž bylo dokázáno, že kritéria pro třetí třídu přesnosti byla dodržena.

Konečnou fází byla tvorba výkresů. Výsledná mapa a další potřebné výkresy byly vytvořeny v software Microstation PowerDraft V8i a jeho nadstavbě MGEO.

7 SEZNAM CITACÍ

- [1] Masarykova čtvrť. *Brněnský architektonický manuál* [online]. 2020 [cit. 2020-01-19]. Dostupné z: <https://www.bam.brno.cz/stezka/4-masarykova-ctvrt>
- [2] Historie Masarykovy čtvrti. *OSMČ* [online]. [cit. 2020-01-19]. Dostupné z: <https://osmc.webnode.cz/historie/>
- [3] Kraví hora v čase. *Kraví hora* [online]. Brno, 2007 [cit. 2020-01-19]. Dostupné z: https://kravihora.hvezdarna.cz/index.php?sekce=v_case
- [4] Totální stanice Trimble M3. *Geotronics* [online]. Praha, 2016 [cit. 2020-02-08]. Dostupné z: http://geotronics.cz/wp-content/uploads/2016/05/022543-155j-CZE_TrimbleM3_DS_A4_0414_LR-00000002.pdf
- [5] Parametry GNSS Trimble. *Geotronics* [online]. Praha, 2016 [cit. 2020-02-09]. Dostupné z: http://www.geotronics.sk/wp-content/uploads/2014/10/CZE_TrimbleR4GNSS_DS.pdf
- [6] Nivelační přístroj Trimble. *Geotronics* [online]. Praha, 2016 [cit. 2020-02-09]. Dostupné z: <https://geotronics.cz/geodezie/nivelace/digitalni-nivelacni-pristroje/trimble-dini/>
- [7] Metoda GNSS. In: *SPŠ Zeměměřická* [online]. Praha, 2014 [cit. 2020-02-22]. Dostupné z: <https://spszem.cz/storage/files/1363/Moderni-pristrojova-technika-GNSS.pdf>
- [8] Využití GNSS. In: *Český úřad zeměměřický a katastrální* [online]. 2019 [cit. 2020-02-23]. Dostupné z: http://apgeo.cz/wp-content/uploads/2019/05/taraba-190514_geodetiJC-2019_technologieGNSS6.pdf
- [9] Polygonový pořad. *Přednáškové texty z Geodézie* [online]. [cit. 2020-02-23]. Dostupné z: <https://kgm.zcu.cz/studium/gen1/html/ch07s04.html>
- [10] NEVOSÁD, Z. a J. VITÁSEK. *Geodézie III. Průvodce 01. Průvodce předmětem geodézie III: Souřadnicové výpočty a geodetické sítě*. Brno, 2005.. Studijní opory. VUT Brno.
- [11] *Metody výškového měření, měření vzdáleností, měřické přístroje* [online]. Brno, 2012 [cit. 2020-02-29]. Dostupné z: http://uhulag.mendelu.cz/files/pagesdata/cz/geodezie/geodezieinovovana/geodezie_05_2012.pdf. Prezentace. Mendlova univerzita Brno.

- [12] Metody nivelace. *Přednáškové texty z Geodézie* [online]. [cit. 2020-02-29]. Dostupné z: <https://kgm.zcu.cz/studium/gen1/html/ch11s05.html>
- [13] *Groma* [online]. Praha: Sehnal, Geoline, 2017 [cit. 2020-03-04]. Dostupné z: <http://groma.cz/cz/>
- [14] KALVODA, Ph.D.,. *Mapování I*. Brno, 2016.. Prezentace. VUT Brno.
- [15] Stránice. *Mapy.cz* [online]. 2020 [cit. 2020-01-19]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=16.5789042&y=49.1985347&z=14&source=ward&id=14637>
- [16] Brno - Stránice. In: *Fotohistorie* [online]. [cit. 2020-01-19]. Dostupné z: <http://www.fotohistorie.cz/FullFoto.aspx?photoID=5986>
- [17] Všetickova. *Mapy.cz* [online]. 2020 [cit. 2020-01-19]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=16.5896346&y=49.1977450&z=17>
- [18] Bodové pole. *Český úřad zeměměřický a katastrální* [online]. Praha, 2020 [cit. 2020-01-24]. Dostupné z: <https://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/>
- [19] Totální stanice Trimble. In: *Jammybox's BBC Geoinstruments* [online]. 2019 [cit. 2020-02-08]. Dostupné z: <https://www.bbcgeoinstruments.com/copy-2-of-boif-bts-902e>
- [20] GNSS přijímač. In: *Alibaba.com* [online]. 2020 [cit. 2020-02-09]. Dostupné z: https://www.alibaba.com/product-detail/RTK-ROVER-TRIMBLE-R4-USED-TRIMBLE_60258299334.html
- [21] Niveláčnický přístroj Trimble DiNi. In: *Geotronics* [online]. Praha, 2016 [cit. 2020-02-09]. Dostupné z: <https://geotronics.cz/geodezie/nivelace/digitalni-nivelacni-pristroje/trimble-dini/>
- [22] Teleskopická nivelační lať. In: *Geoshop* [online]. Praha [cit. 2020-02-09]. Dostupné z: <https://geoshop.cz/vsechny-produkty/geodezie/nivelace/lat-kodova-teleskopicka-sklolaminatova-5m-%5B7077770187000%5D?ItemIdx=1>
- [23] Český úřad zeměměřický a katastrální. *Český úřad zeměměřický a katastrální* [online]. Praha, 2020 [cit. 2020-04-24]. Dostupné z: <https://archivnimapy.cuzk.cz/uazk/pohledy/archiv.html?lastextent=-599824.236876,-1160482.186511,-599056.138925,-1160153.644614>
- [24] Schéma metody GNSS. In: *DATA GNSS* [online]. 2020 [cit. 2020-05-03]. Dostupné z: <https://docs.datagnss.com/d303-docs/common/about-rtk/>

- [25] Schéma navrhnutého polygonového pořadu. In: *Přednáškové texty z Geodézie* [online]. Čada, b.r. [cit. 2020-05-03]. Dostupné z: <https://gis.zcu.cz/studium/gen1/html/ch07s04.html>

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Bpv	Balt po vyrovnání
ČSN	Česká státní norma
ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
GNSS	Globální navigační satelitní systém
HMmB	Hybridní mapa města Brna
k.ú.	Katastrální území
PMS	Pomocná měřická síť
PPBP	Podrobné polohové bodové pole
RTK	Real time kinematic
S-JTSK	Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
VUT FAST	Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební

9 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 katastrální území Stránice [15]	11
Obrázek 2 Historická část Masarykovy čtvrti [16]	12
Obrázek 3 Ulice Všetickova – mapa [17]	13
Obrázek 4 Ulice Všetickova 1	14
Obrázek 5 Ulice Všetickova 2	14
Obrázek 6 Bodové pole [18].....	16
Obrázek 7 Totální stanice Trimble [19]	17
Obrázek 8 GNSS přijímač Trimble [20]	18
Obrázek 9 Nivelační přístroj Trimble [21]	19
Obrázek 10 Teleskopická nivelační lať [22]	19
Obrázek 11 Pohled na ulici Všetickova.....	20
Obrázek 12 Přehled měřičské sítě	21
Obrázek 13 Schéma metody GNSS [24]	22
Obrázek 14 Rozložení bodů určené GNSS [23]	23
Obrázek 15 Schéma navrhnutého polygonového pořadu [25]	24
Obrázek 16 Návrh polygonového pořadu [23].....	25
Obrázek 17 Nivelační pořad.....	26
Obrázek 18 Ukázka měřického náčrtu	28
Obrázek 19 Ukázka geodetického údaje bodu 4009.....	29
Obrázek 20 Ukázka výpočtu v software Groma	32
Obrázek 21 Ukázka tvorby účelové mapy.....	37

10 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - Podrobné body	15
Tabulka 2 - Výškové body	15
Tabulka 3 - Parametry totální stanice [4]	17
Tabulka 4 - Parametry GNSS přijímače [5]	18
Tabulka 5 - Technické parametry nivelačního přístroje [6]	19
Tabulka 6 - Přehled použitých kódů	27
Tabulka 7 - Rozdíl určení výšek pomocných měřičských bodů	31
Tabulka 8 - Zprůměrované souřadnice GNSS	33
Tabulka 9 - Ověření přesnosti výšek bodů	34
Tabulka 10 - Výsledky ověření přesnosti výšek podrobných bodů	34
Tabulka 11 - Ověření polohové přesnosti bodů	35
Tabulka 12 - Výsledky ověření polohy podrobných bodů	36

11 SEZNAM PŘÍLOH

1. Zapisniky
 - 1.1. Nivelacni_pristroj
 - 1.1.1. Nivelacni_zapisnik.pdf
 - 1.1.2. Nivelacni_zapisnik.xlsx (E)
 - 1.2. Totalni_stanice
 - 1.2.1. TS_zapisnik.pdf (E)
2. Vypocetni_protokoly
 - 2.1. Protokol_TS.pdf (E)
 - 2.2. Protokol_GNSS.pdf (E)
 - 2.3. Protokol_prumerovani_GNSS.pdf (E)
3. Seznam_souradnic
 - 3.1. SS_podrobne_body.pdf (E)
 - 3.2. SS_budov.pdf (E)
 - 3.3. SS_pomocne_mericke_body.pdf (E)
4. Geodeticke_udaje
 - 4.1. Geodetick_udaje
 - 4.1.1. Pomocne_mericke_body.dgn (E)
 - 4.1.2. Pomocne_mericke_body.pdf (E), (T)
 - 4.2. Stavajici_BP
 - 4.2.1. Polohove_BP
 - 583.pdf (E)
 - 584.pdf (E)
 - 602.pdf (E)
 - 609.pdf (E)
 - 4.2.2. Vyskove_BP
 - 071-434.pdf (E)
 - 071-438.pdf (E)
5. Mericke_nacrty
 - 5.1. Prehled_kladu_nacrtu.pdf (E)
 - 5.2. Mericke_nacrty.pdf (E)
 - 5.3. Nacrty_budov.pdf (E)
6. Overeni_presnosti
 - 6.1. Overeni_presnosti.xls (E)
 - 6.2. Overeni_presnosti.pdf (E)
 - 6.3. Overeni_pomocnych_mer_bodu.pdf(E)
7. Prehledny_nacrt_PMS
 - 7.1. Nacrt_PMS.pdf (E), (T)

- 7.2. Nacrt_PMS.dgn (E)
- 8. Ucelova_mapa
 - 8.1. Ucelova_mapa.pdf (E), (T)
 - 8.2. Ucelova_mapa.dgn (E)
 - 8.3. STN_podr_body_vysky.dgn (E)
- 9. Datove_soubory
 - 9.1. Tabulka_atributu.pdf (E)
 - 9.2. Geo1000.cel (E)
 - 9.3. GEO.RSC (E)
- 10. Fotodokumentace